

Publication number: JP8023239

**Publication date:** 1996-01-23

**Inventor:** KAWASHIMA SEIICHIROU

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

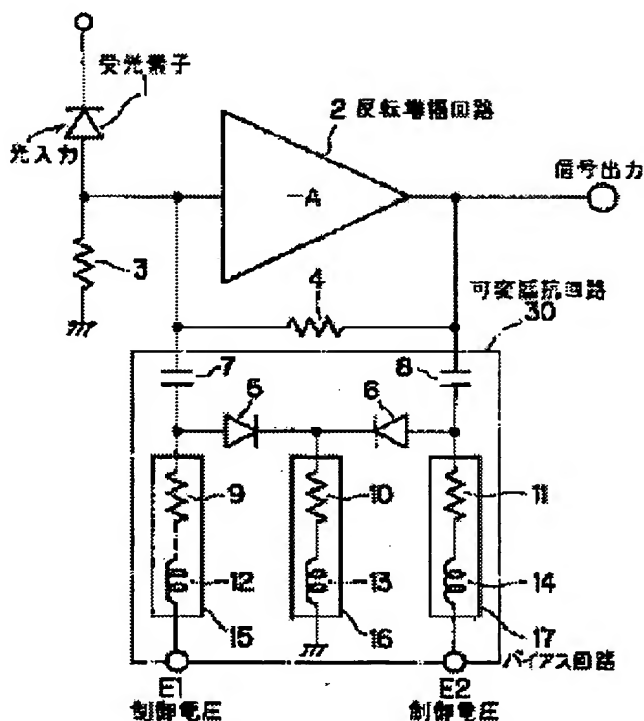
- international: H03F3/08; H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/18; H04B10/26; H04B10/28; H03F3/04; H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/18; H04B10/26; H04B10/28; (IPC 1-7): H03F3/08; H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/18; H04B10/26; H04B10/28

- european:

**Application number:** JP19940155023 19940706

**Priority number(s):** JP19940155023 19940706

**PURPOSE:** To suppress deterioration of the distortion characteristic of a diode by providing a variable resistance circuit where a distortion corrector means is added in parallel to the feedback resistor of a parallel feedback preamplifier. **CONSTITUTION:** The input optical signal is converted into a current by a photodetector 1, and the most of the output current of the photodetector 1 is outputted through a feedback resistor 4 or the diodes 5 and 6. Therefore the output signal voltage is proportional to the impedance of a parallel circuit of the resistor 4 and the diode 5. The impedance of the parallel circuit controls the control voltage E1 and E2 in order to control the differential resistances of both diodes 5 and 6. Thus the impedance of the parallel circuit are variable. Then the differential resistances of the diodes 5 and 6 are increased and therefore the gain is increased when the optical input level is low by the control of the voltage E1 and E2. Meanwhile the differential resistance of the diode 5 is reduced when the optical input level is high. Thus the increase of the output level can be suppressed.



**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-23239

(43) 公開日 平成8年(1996) 1月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 3 F 3/08

H 0 4 B 10/02

10/18

識別記号

庁内整理番号

8839-5 J

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 9/ 00

M

Y

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-155023

(22) 出願日 平成6年(1994) 7月6日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 川 島 勢 一 郎

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

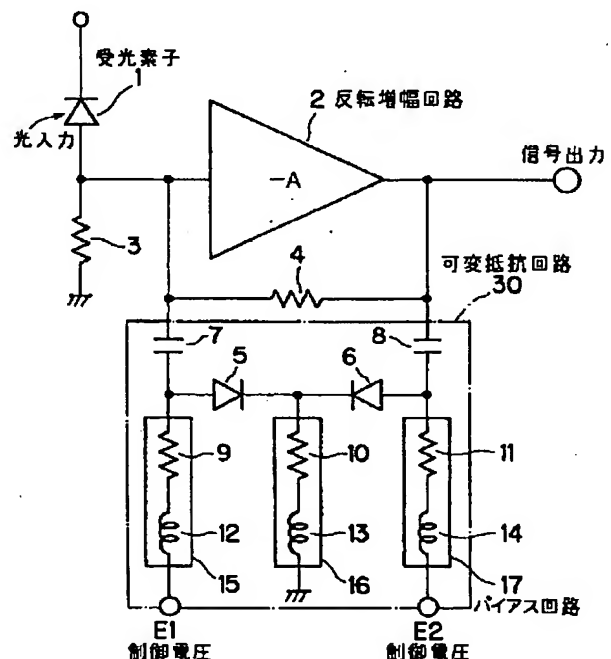
(74) 代理人 弁理士 蔵合 正博

(54) 【発明の名称】 光通信用前置増幅装置

(57) 【要約】

【目的】 光受信装置における前置増幅回路の利得を光入力レベルに応じて変化させ、大入力時にも前置増幅回路の出力の増大を歪特性を劣化させずに抑制し、低歪化を実現する。

【構成】 受光素子1と反転増幅回路2と帰還抵抗4により構成される前置増幅回路に、互いのカソードを接続して歪補正手段を構成したダイオード5、6と、コンデンサ7、8と、抵抗9、10、11と、コイル12、13、14とにより構成される可変抵抗回路30を帰還抵抗4と並列に付加し、ダイオード5、6のバイアス電圧を制御電圧E1、E2により可変することで帰還抵抗4の値を制御する。光入力レベルが大きい場合、前置増幅回路の出力レベルの増大に伴う歪特性の劣化を、歪特性を劣化させずに帰還抵抗値を小さくすることで出力レベルを抑え、歪特性の劣化を改善する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号を電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子の出力に接続される低雑音増幅器により構成される光通信用前置増幅装置において、利得可変回路に歪補正手段を付加し、受光電力に応じて利得を制御することで、受光電力の増幅に伴う出力レベルの増加を抑制し、歪特性の劣化を抑制する光通信用前置増幅装置。

【請求項2】 光信号を電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子の出力に接続された反転利得を有する増幅器と、前記増幅器の入力と出力とをつなぐ帰還抵抗と、前記帰還抵抗と並列に接続されて制御信号により抵抗値が変化する歪補正手段を付加した可変抵抗回路とを備え、受光電力に応じて前記可変抵抗回路の抵抗値を変化させることで、受光電力の増加に伴う出力レベルの増加を抑制し、歪特性の劣化を抑制する光通信用前置増幅装置。

【請求項3】 光信号を電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子の出力に接続される低雑音増幅器により構成される光通信用前置増幅装置において、前記低雑音増幅器の入力と信号アースとの間に接続されて、制御信号により抵抗値が変化する歪補正手段を付加した可変抵抗回路を備え、受光電力に応じて前記可変抵抗回路の抵抗値を変化させることで、受光電力の増加に伴う出力レベルの増加を抑制し、歪特性の劣化を抑制する光通信用前置増幅装置。

【請求項4】 光信号を電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子の出力に接続された反転利得を有する増幅器と、前記増幅器の入力と出力とをつなぐ帰還抵抗と、前記帰還抵抗と並列に接続されてアノードとアノードまたはカソードとカソードが接続された複数のダイオードと、前記ダイオードにバイアス電圧を与えるバイアス回路とを備え、光入力レベルに応じて前記ダイオードに与えるバイアス電圧を制御することで、前記ダイオードの微分抵抗を変化させ、前記帰還抵抗と前記ダイオードの微分抵抗の並列抵抗値で決定される帰還抵抗値を制御することで前記増幅器の出力レベルを制御し、光入力レベルが大きい場合の増幅器の出力レベルの増大に伴う歪特性の劣化を帰還抵抗値を低下させることで改善する光通信用前置増幅装置。

【請求項5】 光信号を電気信号に変換する受光素子と、前記受光素子の出力に接続された低雑音増幅器と、前記低雑音増幅器の入力と信号アースとの間に接続されてアノードとアノードまたはカソードとカソードが接続された複数のダイオードと、前記ダイオードにバイアス電圧を与えるバイアス回路とを備え、光入力レベルに応じて前記ダイオードに与えるバイアス電圧を制御することで、前記ダイオードの微分抵抗を変化させ、前記低雑音増幅器の入力インピーダンスを制御することで前記低雑音増幅器の出力レベルを制御し、光入力レベルが大

きい場合の前記低雑音増幅器の出力レベルの増大に伴う歪特性の劣化を、前記低雑音増幅器の入力インピーダンスを低下させ、入力レベルを減少させることで改善する光通信用前置増幅装置。

【請求項6】 帰還抵抗値の減少による帰還率の増加に伴う発振を抑制して帰還抵抗値の可変幅を増やすために、帰還回路中に歪補正手段を付加した可変抵抗回路による可変損失回路を備え、帰還抵抗が減少した場合に帰還回路中の前記帰還損失回路の損失を増やすことで発振を抑制し、帰還抵抗値の可変幅を増加させた請求項2記載の光通信用前置増幅装置。

【請求項7】 帰還抵抗値の減少による帰還率の増加に伴う発振を抑制して帰還抵抗値の可変幅を増やすために、増幅器の入力および出力と信号アースとの間にアノードとアノードまたはカソードとカソードを接続した複数のダイオードを接続するとともに、前記ダイオードにバイアス電圧を与えるバイアス回路を付加し、前記バイアスを変化させることで前記ダイオードの微分抵抗を変化させ、帰還抵抗の損失を増加させた請求項4記載の光通信用前置増幅装置。

【請求項8】 帰還抵抗値の減少による帰還率の増加に伴う発振を抑制して帰還抵抗値の可変幅を増やすために、ダイオードとダイオードとの接続点と信号アースとの間にアノードとアノードまたはカソードとカソードを接続した複数のダイオードを接続するとともに、前記ダイオードにバイアス電圧を与えるバイアス回路を付加し、前記バイアスを変化させることで前記ダイオードの微分抵抗を変化させ、帰還抵抗の損失を増加させた請求項4記載の光通信用前置増幅装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信システムに利用する光受信装置の前置増幅装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は従来のこの種の光通信用前置増幅装置の構成を示している。図5において、1は光信号を電気信号に変換する受光素子であり、2は反転利得を有する反転増幅回路であり、3は受光素子1にバイアス電圧をかけるための抵抗であり、4は反転増幅回路2の帰還抵抗であり、5は帰還抵抗4と並列に接続されたダイオードである。7、8はダイオード5と反転増幅回路2の直流電位を分離するためのコンデンサである。9、10は抵抗であり、12、13のコイルとともにダイオード5にバイアスを印加するためのバイアス回路を構成する。

【0003】次に、上記従来例の動作について説明する。図5において、入力される光信号は、受光素子1により光信号に比例した電流に変換される。受光素子1の出力電流の大部分は、抵抗3と反転増幅回路2のインピーダンスが高く設定されているため、抵抗4またはダイ

オード 5 を通って出力される。したがって、出力信号電圧は、抵抗 4 とダイオード 5 の並列回路のインピーダンスに比例することになる。この並列インピーダンスは、図 5 における制御電圧 E を制御することで、ダイオード 5 の微分抵抗を制御できるので可変にすることができる。ここで、光入力レベルが小さい場合には、雑音特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを大きくしたほうが雑音特性 (C/N 特性) には都合が良く、光入力レベルが大きい場合には、歪特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを小さくしたほうが歪特性には都合が良い。そこで、制御電圧 E を制御することにより、光入力レベルが小さい場合には、ダイオード 5 の微分抵抗を大きくすることで利得を大きくし、光入力レベルが大きい場合には、ダイオード 5 の微分抵抗を小さくすることで出力レベルの増大を抑制することができる。反転増幅回路 2 の歪特性は、その出力レベルでほぼ決定されるため、光入力レベルが大きい場合でも歪特性を劣化させずに光受信が可能になる。

【0004】このように、上記従来の前置増幅装置では、光入力レベルが大きくなった場合に、制御電圧 E を制御してダイオード 5 の微分抵抗値を減少させることにより、反転増幅回路 2 の出力レベルの増加を抑制して、歪特性の劣化を抑えることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の前置増幅装置では、利得可変機能としてのダイオードにより発生する歪が大きいという問題があった。また、ダイオードの微分抵抗を下げると帰還率が増加して発振するという問題があった。

【0006】本発明は、このような従来の問題を解決するものであり、ダイオードの歪特性の劣化を抑え、帰還率が増加しても発振せずに大きな可変幅が確保できる優れた前置増幅装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、利得可変機能としてのダイオードに歪補正手段を付加し、ダイオードでの歪特性の劣化を抑制するようにしたものである。本発明はまた、帰還回路中に損失可変回路を付加し、帰還率の増加にともない損失を増加させて発振を抑制するようにしたものである。

【0008】

【作用】したがって、本発明によれば、利得可変機能としてのダイオードに歪補正手段を付加することにより、ダイオードによる歪特性の劣化が抑制され、また帰還回路中に損失可変回路を付加することにより、発振を抑制して広いダイナミックレンジを確保することができる。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。なお、説明の便宜上、図 5 の従来例の説明

に用いた符号を同様な要素に対して用いてある。

【0010】(実施例 1) 図 1 は本発明の第 1 の実施例の構成を示すものである。図 1 において、1 は光信号をそれに比例した電流信号に変換する受光素子であり、2 は反転利得を有する反転増幅回路であり、入力側が受光素子 1 に接続されている。3 は受光素子 1 にバイアスを与えるために受光素子 1 と反転増幅回路 2 の接続点に接続された抵抗である。4 は反転増幅回路 2 に帰還をかけるために反転増幅回路 2 の出力側と入力側とに接続された帰還抵抗である。なお、反転増幅回路 2 と帰還抵抗 4 との組み合わせで低雑音増幅器が構成されている。5、6 はカソードどうしを接続して歪補正手段を構成したダイオードであり、帰還抵抗 4 と並列に接続されている。7、8 はダイオード 5、6 と帰還抵抗 4 との間に接続されて反転増幅回路 2 の直流電位を分離するためのコンデンサである。9、10、11 は抵抗であり、12、13、14 はコイルである。抵抗 9 とコイル 12 とは、ダイオード 5 のアノードと制御電圧 E 1 との間に直列に接続され、抵抗 10 とコイル 13 とは、ダイオード 5 と 6 の接続点と信号アースとの間に直列に接続され、抵抗 11 とコイル 14 とは、ダイオード 6 のアノードと制御電圧 E 2 との間に直列に接続され、それぞれダイオード 5、6 にバイアスを与えるためのバイアス回路 15、16、17 を構成している。また、ダイオード 5、6 とコンデンサ 7、8 とバイアス回路 15、16、17 とで可変抵抗回路 30 を構成している。

【0011】次に、上記第 1 の実施例の動作について説明する。図 1 において、入力される光信号は、受光素子 1 により光信号に比例した電流に変換される。受光素子 1 の出力電流の大部分は、抵抗 3 と反転増幅回路 2 のインピーダンスが高く設定されているため、帰還抵抗 4 またはダイオード 5、6 を通って出力される。したがって、出力信号電圧は、帰還抵抗 4 とダイオード 5 の並列回路のインピーダンスに比例することになる。この並列インピーダンスは、図 1 における制御電圧 E 1 および制御電圧 E 2 を制御することで、ダイオード 5、6 の微分抵抗を制御できるので可変にすることができる。ここで、光入力レベルが小さい場合には、雑音特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを大きくしたほうが雑音特性 (C/N 特性) には都合が良く、光入力レベルが大きい場合は、歪特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを小さくしたほうが歪特性には都合が良い。そこで、制御電圧 E 1 および制御電圧 E 2 を制御することにより、光入力レベルが小さい場合には、ダイオード 5、6 の微分抵抗を大きくすることで利得を大きくし、光入力レベルが大きい場合には、ダイオード 5 の微分抵抗を小さくすることで出力レベルの増大を抑制することができる。反転増幅回路 2 の歪特性は、その出力レベルでほぼ決定されるため、光入力レベルが大きい場合でも歪特性を劣化させずに光受信が可能

になる。また、ダイオード 5 とダイオード 6 は、互いに非線形性が逆の特性になるようにカソードどうしが接続されているため、ダイオード 5 およびダイオード 6 によって発生する歪を抑制することができる。なお、カソード 5 と 6 とはアノードどうしを接続してもよい。

【0012】このように、上記第 1 の実施例によれば、ダイオード歪補正手段として、ダイオード 5 とダイオード 6 のカソードを互いに接続して逆の非線形性を持たせているため、互いに歪特性を補償し、利得可変機能としてのダイオードによる歪の発生を抑制し、低歪の出力を得ることができるという効果を有する。

【0013】（実施例 2）図 2 は本発明の第 2 の実施例の構成を示すものである。本実施例は、上記第 1 の実施例の可変抵抗回路 30 におけるコンデンサ 8 の帰還抵抗 4 との接続を外して信号アースに接続するとともに、制御電圧 E1 および E2 を 1 つにまとめて制御電圧 E とした可変抵抗回路 31 を反転増幅回路 2 の入力と信号アース間に設けたものであり、他の構成は第 1 の実施例と同じである。

【0014】次に、上記第 2 の実施例の動作について説明する。受光素子 1 が光信号を受信するとそれに比例した電流に変換する。この電流信号は、反転増幅回路 2 と抵抗 3 が十分高いインピーダンスになるよう設定されているため、ほとんどが帰還抵抗 4 を通って出力されるか、ダイオード 5、6 を通ってロスとなるかのどちらかである。したがって、出力信号電圧は、ダイオード 5、6 の微分抵抗が高い場合は帰還抵抗 4 に比例することになり、ダイオード 5、6 の微分抵抗が小さい場合はダイオード 5、6 に流れる電流の分だけロスになり、出力レベルは低下する。このダイオードの微分抵抗は、図 2 における制御電圧 E を制御することで可変にすることができる。ここで、光入力レベルが小さい場合には、雑音特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを大きくしたほうが雑音特性（C/N 特性）には都合が良く、光入力レベルが大きい場合は、歪特性が信号品質の劣化の主要原因となるため、出力レベルを小さくしたほうが歪特性には都合が良い。そこで、制御電圧 E を制御することにより、光入力レベルが小さい場合には、ダイオード 5、6 の微分抵抗を大きくすることでロスを小さくし、光入力レベルが大きい場合には、ダイオード 5 の微分抵抗を小さくすることで出力レベルの増大を抑制することができる。反転増幅回路 2 の歪特性は、その出力レベルでほぼ決定されるため、光入力レベルが大きい場合でも歪特性を劣化させずに光受信が可能になる。また、ダイオード 5、6 を互いに逆方向に接続することにより、ダイオード 5、6 の非線形性により発生する歪を相互に補い、利得可変機能としてのダイオードによる歪特性の劣化を抑制することができる。

【0015】このように、上記第 2 の実施例によれば、光入力レベルが大きくなった場合に、制御電圧 E を制御

することによりダイオード 5、6 の微分抵抗値を減少させることができ、反転増幅回路 2 の出力レベルの増加を抑制し、歪特性の劣化を抑えることができるとともに、ダイオード 5、6 によって発生する歪特性の劣化を互いのカソードを接続することにより抑制でき、低歪の出力を得ることができるという効果を有する。

【0016】（実施例 3）図 3 は本発明の第 3 の実施例の構成を示すものである。本実施例は、図 1 の第 1 の実施例の構成に、図 2 の可変抵抗回路 31 における各バイアス回路に制御電圧を接続した構成の可変損失回路 40 追加したものである。可変損失回路 40 は、ダイオード 5 と 6 の接続点と信号アースとの間にコンデンサ 20 とカソードどうしが接続されたダイオード 18、19 とコンデンサ 21 とが直列に接続され、コンデンサ 20 とダイオード 18 との接続点と制御電圧 E3 との間に抵抗 22 とコイル 25 とが直列に接続され、ダイオード 18 と 19 の接続点と信号アースとの間に抵抗 23 とコイル 26 とが直列に接続され、ダイオード 19 とコンデンサ 21 との接続点と制御電圧 E4 との間に抵抗 24 とコイル 27 とが直列に接続されている。抵抗 22、23、24 とコイル 25、26、27 とで、それぞれダイオード 18、19 のバイアス回路が構成されている。

【0017】次に、上記第 3 の実施例の動作について説明する。上記第 3 の実施例において、要素 1 から 17 までは第 1 の実施例と同じであるのでここでは省略する。上記第 3 の実施例において、光入力レベルが増えるにしたがってダイオード 5、6 の微分抵抗を制御電圧 E1 および E2 により制御して減少させることができる。それに伴って帰還率が増加していくが、ダイオード 18、19 の微分抵抗を制御電圧 E3 および E4 により制御することで低下させることができ、帰還回路の中での損失を増加させることができる。また、ダイオード 18、19 は互いにカソードどうしが接続されているので、ダイオードの非線形性により発生する歪を補償することができ、歪特性の劣化を抑制することができる。

【0018】このように、上記第 3 の実施例によれば、ダイオード 5、6 の微分抵抗の減少にともなう帰還率の増加を、ダイオード 18、19 により抑制することができる。歪特性の劣化も抑制することができる。

【0019】（実施例 4）図 4 は本発明の第 4 の実施例の構成を示すものである。本実施例では、上記第 3 の実施例における可変損失回路 40 と同じ構成の可変損失回路 41、42 を、それぞれダイオード 5 のアノードとダイオード 6 のアノードに接続したものである。可変損失回路 42 の各要素には可変損失回路 41 の各要素の符号にダッシュ記号を付して区別してある。

【0020】次に、上記第 4 の実施例の動作について説明する。上記第 4 の実施例において、要素 1 から 17 までは第 1 の実施例と同じであるのでここでは省略する。上記第 4 の実施例において、光入力レベルが増えるにし

7

たがってダイオード5、6の微分抵抗を制御電圧E1およびE2により制御して減少させることができる。それに伴って帰還率が増加していくが、それぞれ可変損失回路41、42におけるダイオード18、19および18'、19'の微分抵抗を、それぞれ制御電圧E3、E4および制御電圧E5、E6により制御することで低下させることができ、帰還回路の中での損失を増加させることができる。また、ダイオード18、19および18'、19'は互いにカソードどうしが接続されてダイオードの非線形性により発生する歪を補償することができ、歪特性の劣化を抑制することができる。

【0021】このように、上記第4の実施例によれば、ダイオード5、6の微分抵抗の減少にともなう帰還率の増加を、ダイオード18、19および18'、19'により抑制することができ、歪特性の劣化も抑制することができる。

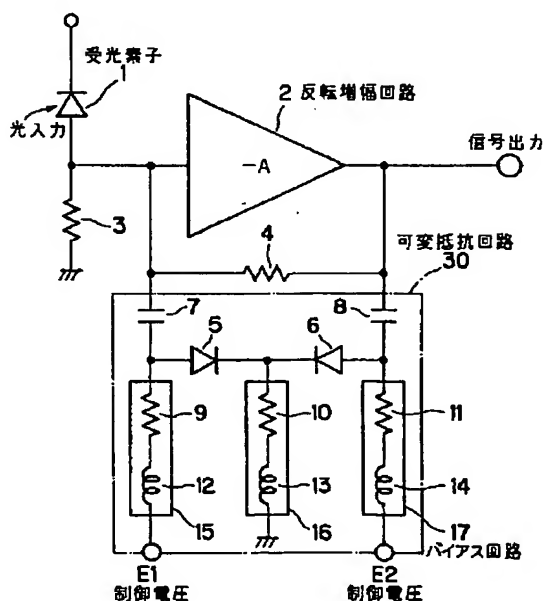
#### 【0022】

【発明の効果】本発明は、上記実施例より明らかなように、以下に示す効果を有する。

1. 並列帰還型の前置増幅器の帰還抵抗と並列に歪補正手段を付加した可変抵抗回路を備えているため、受光電力の増加に伴う前置増幅器出力の増加を歪特性を劣化させずに抑制することができ、高受光電力時においても低歪の出力を得ることができ、光受信装置のダイナミックレンジを拡大することができる。

【0023】2. 前置増幅器の入力に歪補正手段を付加した可変抵抗回路を備えているため、受光電力の増加に伴う前置増幅器出力の増加を歪特性を劣化させずに抑制\*

【図1】



8

\*することができ、高受光電力時においても低歪の出力を得ることができ、光受信装置のダイナミックレンジを拡大することができる。

【0024】3. 並列帰還型の前置増幅器の帰還抵抗を変化させる場合において、帰還回路中に歪補正手段を付加した可変損失回路を備えているため、帰還抵抗の減少に伴う帰還率の増加による発振を抑制することができ、帰還抵抗の可変幅を拡大することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における前置増幅装置の回路図

【図2】本発明の第2の実施例における前置増幅装置の回路図

【図3】本発明の第3の実施例における前置増幅装置の回路図

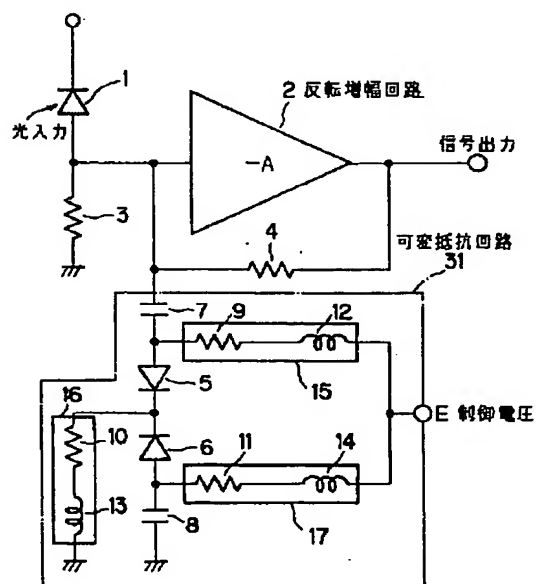
【図4】本発明の第4の実施例における前置増幅装置の回路図

【図5】従来の前置増幅装置の回路図

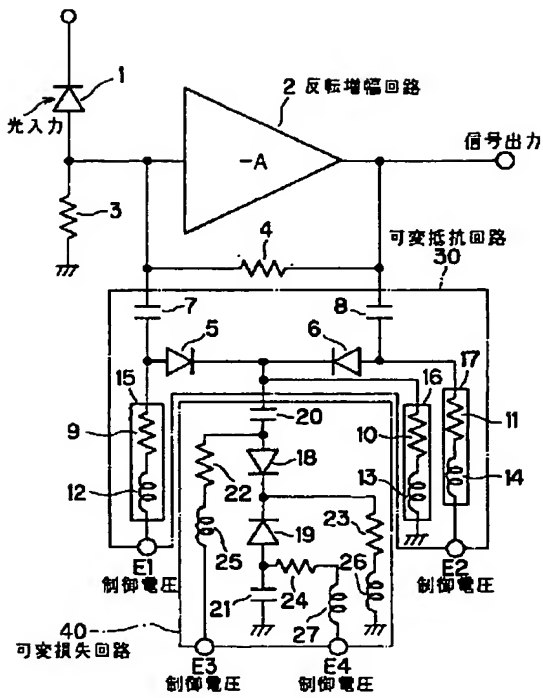
#### 【符号の説明】

- 1 受光素子
- 2 反転増幅回路
- 3、4、9、10、22、23、24 抵抗
- 5、6、18、19 ダイオード
- 7、8、20、21 コンデンサ
- 12、13、14、25、26、27 コイル
- 15、16、17 バイアス回路
- 30、31 可変抵抗回路
- 40、41、42 可変損失回路

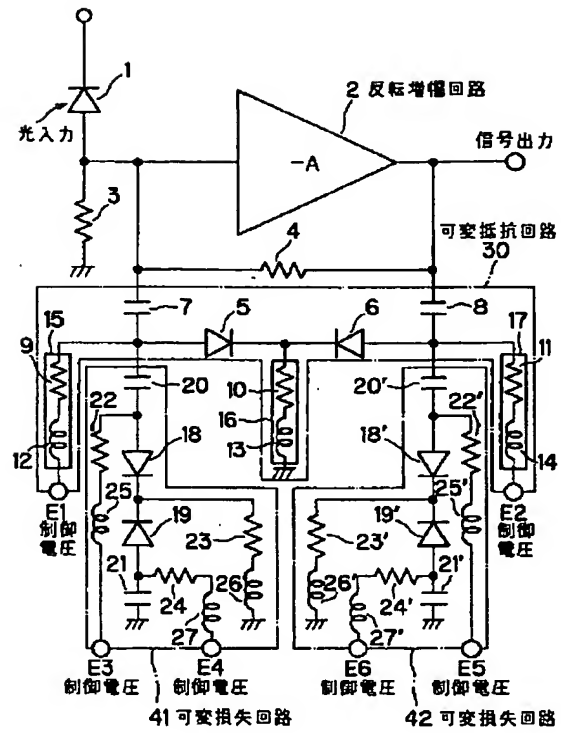
【図2】



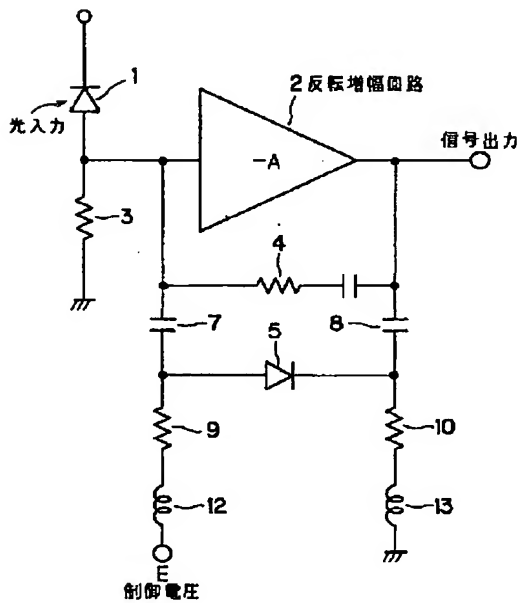
【図3】



【図4】



【図5】



(7)

特開平 8-23239

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/28

10/26

10/14

10/04

10/06

BEST AVAILABLE COPY